



KUALITAS FISIKA, KIMIA, DAN MIKROBIOLOGI AIR TAP UNIVERSITAS SEBELAS MARET SURAKARTA

Yovanisa Meirawati¹, Tjahjadi Purwoko¹, RatnaSetyaningsih¹

Program Studi Biologi - Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sebelas Maret Surakarta

^{a)}Corresponding author: tjahjadi_p@staff.uns.ac.id

Abstract - Universitas Sebelas Maret (UNS) Surakarta has a piped drinking water distribution system. Drinking water from a piped system is called tap water. Tap water is a public facility provided by the government in European cities but not in Indonesia. However, consumption of tap water by the academic community at UNS Surakarta was relatively low. This was caused by the trust and worthiness of UNS's tap water. This research aimed to determine the quality of tap water at UNS Surakarta, both in aspects of physics, chemistry and microbiology. Selection of sampling points based on the location of the distribution pipes and sampling using the grab sampling method. The tap water analyzed by Indonesian National Standard (SNI) test for drinking water. The results were compared with the Indonesian Government Regulation on Drinking Water, namely PERMENKES 492/2010. The quality of physical, chemical and microbiological aspects of tap water at UNS Surakarta were meet Indonesian Government Regulations, namely Permenkes 492/2010. Thus, tap water from UNS Surakarta is equivalent to bottled drinking water and worth to drink.

Keyword: drinking water, Permenkes 492/2010, SNI, tap water

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki populasi penduduk yang besar sekitar 273,52 juta jiwa dan akan terus bertambah setiap tahunnya. Adanya pertumbuhan penduduk yang cepat mengakibatkan meningkatnya permintaan kebutuhan air minum secara signifikan. BPS (2023) melaporkan bahwa pada tahun 2022 rumah tangga Indonesia yang memiliki akses terhadap air minum layak, sebesar 91,05% dengan provinsi Bali tertinggi mencapai 98,2% (tertinggi) dan provinsi Papua mencapai 65,39% (terendah), sedangkan provinsi Jawa Tengah mencapai 93,32%. Beberapa kabupaten melaporkan adanya ketimpangan karena tingkat akses yang sangat rendah terhadap air minum karena kurangnya teknologi pengolahan air minum yang tepat. Rumah tangga di Indonesia mengonsumsi air minum dari sumur bor,

sumur gali, dan depot air sebesar 14,1%, 15,9% dan 31% (Rizaty, 2022). Akibat dari kepadatan penduduk yang tinggi 74,4% sumber air minum di Indonesia tercemar bakteri *Escherichia coli*. Sumber air minum yang tercemar bakteri *Escherichia coli* di pedesaan mencapai 80,5%, sedangkan di perkotaan sebesar 68,4% (Rokom, 2021).

Kualitas dan kewanasan air minum penting bagi kesehatan karena 4,6% dari DALYs (Disability Adjusted Life Years) global dan 3,3% kematian global berhubungan dengan konsumsi air yang tidak sesuai persyaratan kesehatan. Menurut sebuah sumber, 50% penyakit global disebabkan oleh air minum yang terkontaminasi zat kimia berbahaya, bakteri, protozoa, dan lain-lain. Pencemaran ini dapat menyebabkan lebih dari 50 penyakit serius antara lain penyakit pencernaan, penyakit kulit, penyakit



infeksi, kanker dan sebagainya (Wen *et al.*, 2020). Kasus keracunan massal terjadi di Samarinda, Kalimantan Timur sekitar 30 orang pekerja PT SLJ Global Tbk mengalami gejala yang sama setelah mengonsumsi air minum olahan perusahaan yaitu sesak napas, mual, keringat dingin, demam, dan diare (Aditya, 2017). Hal ini terjadi karena prosedur higienitas dalam pengolahan air minum belum diterapkan oleh perusahaan, sehingga air terkontaminasi oleh mikroorganisme.

Teknologi pengolahan air minum yang kurang tepat akan berdampak terhadap kualitas air minum yang kurang layak untuk dikonsumsi karena tidak sesuai dengan syarat yang ditentukan (Shamsudduha *et al.*, 2019). Sumber air baku berupa air tanah berpotensi dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai air minum, air untuk keperluan rumah tangga, air untuk industri, dan air irigasi, sehingga air tanah merupakan kekayaan alam yang dapat memberikan peluang ekonomi, sosial, dan lingkungan (United Nations, 2022). Perlu adanya program pengawasan mutu kualitas dan teknologi pengolahan air minum yang tepat agar dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan (Islam *et al.*, 2020). Dalam hal ini, pemerintah Indonesia telah menetapkan mengenai target akses universal (100%) agar tercapai dalam sektor air minum dan menekan angka kematian akibat kontaminasi air pada tahun 2024. Dalam target tercapainya akses air minum, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) memiliki strategi menyediakan air tap untuk memenuhi pelayanan air minum berkualitas dan terjamin ketersediaannya. Air tap merupakan fasilitas standar yang tersedia di berbagai kota di Eropa. Terdapat tiga perguruan tinggi yang telah memiliki dan menerapkan air tap, yaitu Institut Teknologi

Bandung, Universitas Gajah Mada, dan Universitas Sebelas Maret (UNS). Air tap di UNS Surakarta diharapkan dapat memenuhi kebutuhan air minum seluruh civitas akademika. Hal ini mendukung visi UNS Surakarta sebagai Green Campus, sehingga dapat mengurangi sampah botol plastik air minum (Wulaningtyas *et al.*, 2020).

Air tap kurang diminati sivitas akademik UNS Surakarta, karena terdapat keraguan terhadap kualitas dan kelayakan air tap. Beberapa faktor yang mempengaruhi keraguan kualitas air tap adalah rasa, keamanan air tap, kebersihan system perpipaan dan kran air tap. (LPM Erythro FK UNS, 2017). Berdasarkan data, air tap Universitas Sebelas Maret Surakarta memiliki 129 unit instalasi air tap dan 49 unit instalasi air tap rusak. Beberapa kran air tap dilaporkan terkontaminasi jamur karena kurang terpelihara (Bintoro, 2020). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kualitas fisika, kimia, dan mikrobiologi air tap Universitas Sebelas Maret Surakarta.

METODE

1. Bahan dan Alat Penelitian

Peralatan penelitian ini adalah Tds-meter, turbidimeter, spectroquant P600, spectroquant DR 3900, spectroquant Nova 600, *hotplate stirrer*, dan pH meter,

Bahan penelitian ini adalah sebuk sulfat, H_2SO_4 , asam oksalat, $KMnO_4$, buffer pH-10, EDTA, indikator EBT, reagen-reagen tembaga, cadmium, klorida, sianida, fluor, besi, mangan, nitrit, nitrat, pillow DPD bebas klor, dan filter membran.

2. Metode Penelitian

Pelaksanaan penelitian pada bulan Februari 2023 sampai Maret 2023 di Laboratorium Kesehatan Dinas Kesehatan



Kota Surakarta dan Laboratorium Kesehatan Dinas Kesehatan Kota Surakarta

3. Cara Kerja

a. Pengambilan Sampel Air Tap

Titik sampling ditetapkan pada titik awal (reservoir), titik tengah (Masjid Nurul Huda, Fakultas ISIP) dan titik jauh (Resimen Mahasiswa dan Fakultas Teknik) dari sistem perpipaan air tap. Air tap dari titik sampling ditampung dalam botol sampel steril.

b. Pengujian Kualitas Fisika Air Tap

Air tap diuji bau dan rasa secara organoleptik. Suhu, warna, TDS, dan kekeruhan air tap diukur dengan thermometer, Spectroquant P600, tds-meter dan turbidimeter.

c. Pengujian Kualitas Kimia Air Tap

Kadar besi, fluor, klorida, mangan, nitrit, nitrat, sianida, dan tembaga diperoleh dengan mereaksikan 10 ml air tap dengan reagen besi, fluor, klorida, mangan, nitrit, nitrat, sianida, dan tembaga. Sampel didiamkan selama 2-10 menit, kemudian diukur kadarnya dengan Spectroquant P600.

Kadar cadmium dan sulfat diperoleh dengan mereaksikan 10 ml air tap dengan reagen cadmium dan H_2SO_4 . Sampel dibiarkan selama 5 menit, kemudian diukur kadarnya dengan Spectroquant DR 3900 dan Spectroquant Nova 600

Kesadahan diukur dengan mereaksikan 50 ml air tap, 2 ml buffer pH-10 dan indikator EBT. Sampel dititrasi dengan larutan EDTA sampai tercapai warna biru.

Kadar kalium permanganat diukur dengan mereaksikan 10 ml air tap, 5 ml H_2SO_4 8N, dan 10 ml asam oksalat 0,01N. Sampel dititrasi dengan larutan $KMnO_4$ 0,01N sampai tercapai warna merah.

Sisa klorin diukur dengan mereaksikan 10 ml sampel air tap dan 1 buah pillow DPD bebas klor selama 5 detik. Kadar sisa

klorin diperoleh dengan mencocokkan warna sampel dan cakram warna. Nilai pH diukur dengan pH-meter

d. Kualitas Mikrobiologi Air Tap

Air tap (100 ml) di saring dengan filter membran secara aseptis. Filter membran diambil dan diletakkan di media CCA dan diinkubasi pada $37^\circ C$ selama 24 jam, kemudian dihitung koloni yang berwarna biru sebagai bakteri *Escherichia. coli* dan warna merah dan biru sebagai bakteri koliform.

4. Analisis data

Data dari analisis fisika, kimia, dan mikrobiologi dibandingkan dengan baku mutu Permenkes 492/2010 untuk diperoleh kesesuaian kualitas air tap dengan air minum

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Kualitas Fisika Air Tap

Air tap disamakan dengan air minum karena air tap dapat diminum. Air minum yang terkontaminasi senyawa organik biasanya sedikit berbau, rasa tidak tawar, keruh, agak berwarna dan ada partikel. Parameter kualitas fisika air minum meliputi bau, rasa, warna, suhu, kekeruhan, dan TDS. Semua parameter kualitas fisika air tap UNS Surakarta memenuhi baku mutu air minum yang ditetapkan Pemerintah Indonesia melalui Permenkes 492/2010 (Tabel 1). Nilai kekeruhan dan warna (kejernihan) air tap UNS Surakarta sangat jauh dari nilai maksimal baku mutu air minum. Air tap UNS Surakarta tidak berbau, tidak berasa (tawar), jernih ($TCU < 2$), tidak keruh ($NCU < 2$), tidak berpartikel, dan bersuhu normal (selisih suhu udara dan air $< 3^\circ C$). Hal ini menunjukkan proses filtrasi air baku yang menggunakan filter gravel, silika, dan karbon berhasil menghasilkan air tap yang



memenuhi baku mutu fisika menurut Permenkes 492/2010.

Air minum berbau dan berasa mengindikasikan cemaran dekomposisi senyawa organik oleh mikroorganisme (Yuliana *et al.*, 2023). Air minum berwarna mengindikasikan cemaran bahan kimia atau mikroorganisme termasuk plankton. Kekeruhan air minum disebabkan adanya partikel koloid seperti tanah liat, pasir, ganggang, sisa makanan, dan zat organik yang terkandung dalam air. TDS (kandungan padatan terlarut) dalam air minum yang tinggi dapat mengganggu kesehatan, seperti gagal ginjal dan gangguan syaraf.

b. Kualitas Kimia Air Tap

Parameter kualitas kimia air minum yang diukur pada penelitian ini meliputi kadar

besi, fluor, klorida, mangan, nitrit, nitrat, sianida, tembaga, cadmium, klorida, kesadahan, kalium permanganat, sisa klorin, dan sulfat serta nilai pH. Semua parameter kualitas kimia air tap UNS Surakarta juga memenuhi baku mutu air minum yang ditetapkan Pemerintah Indonesia melalui Permenkes 492/2010 (Tabel 2). Hal ini menunjukkan bahwa proses filtrasi air baku sehingga berhasil menghasilkan air tap yang memenuhi baku mutu kimia menurut Permenkes 492/2010. Penggunaan filter karbon efektif mengurangi kadar klor, besi, cadmium dan mangan.

Parameter kadar besi tidak jauh dari batas maksimal baku mutu (Tabel 2). Jika kadar besi melebihi batas maksimal baku mutu, maka menyebabkan air minum berasa karat. Kadar besi yang tinggi pada

Tabel 1. Kualitas Fisika Air Tap UNS Surakarta

Parameter	Titik sampling					Baku mutu	Satuan
	Reservoir	Masjid Nurul Huda	Fakultas ISIP	Resimen Mahasiswa	Fakultas Teknik		
Bau	Tak bau	Tak bau	Tak bau	Tak bau	Tak bau	Tak bau	-
Rasa	Tak rasa	Tak rasa	Tak rasa	Tak rasa	Tak rasa	Tak rasa	-
Warna	0,50	1,25	0,75	0,50	0,50	15	TCU
Suhu	0,8	0,7	0,4	1,3	1,2	3	°C
Kekeruhan	1	0,5	1	0,5	0,5	50	NTU
TDS	287	295	280	283,5	313,5	500	mg/liter

air minum biasanya berasal dari karat system perpipaan air tap (Hamidah dan Cindramawa, 2020). Keracunan besi dapat menyebabkan gangguan sistem pencernaan, perubahan warna gigi, gagal ginjal, dan kerusakan hati.

Keracunan cadmium dapat membuat sistem pencernaan terganggu dan ginjal terganggu. Dalam jangka panjang keracunan cadmium dapat menyebabkan kematian. Keracunan mangan dapat menyebabkan gangguan syaraf dan pernafasan (Purnomi dan Purwana, 2008).

Keracunan nitrit dan nitrat dapat menyebabkan gangguan pernafasan,

karena nitrit dan nitrat mengganggu pengikatan oksigen oleh hemoglobin. Terdapat ciri khas keracunan nitrat adalah kulit berubah menjadi kebiruan (Knobeloch *et al.*, 2000).

Keracunan klorida dapat menyebabkan dehidrasi dan pengasaman darah. Gejala yang tampak pada orang keracunan klorida adalah hipertensi dan mudah lelah karena otot lemah.

Tembaga termasuk zat karsinogenik, sehingga dapat memicu tumor/kanker. Jika kandungan tembaga berlebih dalam tubuh manusia. Pada kadar rendah, tembaga dapat menyebabkan gangguan pencernaan



dan iritasi, tetapi pada kadar tinggi dan kronis, tembaga dapat menyebabkan sirosis hati.

Fluor yang masuk bersama makanan dan minuman, dapat menempel pada gigi dan dapat mengikis email gigi.

Sianida merupakan bahan kimia pembunuh. Keracunan sianida dapat

menyebabkan kematian atau setidaknya mengalami sesak nafas.

Keracunan kalium permanganat jarang terjadi. Namun, beberapa kasus keracunan kalium permanganat dapat menyebabkan sesak nafas dan kerusakan hati (Johnson dan Cassidy, 2004).

Tabel 2. Kualitas kimia air tap UNS Surakarta

Parameter	Titik Sampling					Baku mutu	Satuan
	Reservoir	Resimen Mahasiswa	Fakultas ISIP	Masjid Nurul Huda	Fakultas Teknik		
pH	7,69	7,43	7,24	7,35	7,22	6,5-8,5	-
Besi (Fe)	0,026	0,096	0,044	0,041	0,246	0,3	mg/liter
Mangan (Mn)	0,013	0,021	0,029	0,018	0,017	0,4	mg/liter
Nitrit (NO ₂)	0,12	0,11	0,19	0,12	0,53	3	mg/liter
Nitrat (NO ₃)	5,91	3,51	0,62	1,26	3,60	50	mg/liter
Flourida (F)	0,05	0,05	0,05	0,58	0,05	1,5	mg/liter
Khlorida (Cl)	19,4	16,4	20,2	20,1	19,2	250	mg/liter
Tembaga (Cu)	0,05	0,01	0,01	0,01	0,02	2	mg/liter
Kesadahan	212,5	190	192,5	227,5	200	500	mg/liter
K permanganat	2,21	2,21	3,08	2,93	4,67	10	mg/liter
Sisa Klorin	0	0	0	0	0	5	mg/liter
Sianida (CN)	0,0025	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,07	mg/liter
Cadmium (Cd)	0,0010	0,0010	0,0017	0,0015	0,0010	0,003	mg/liter
Sulfat (SO ₄)	5	16	17,5	11	17,5	250	mg/liter

Kesadahan merupakan indikator keberadaan kapur atau kalsium. Kalsium dalam tubuh manusia dapat menyebabkan batu ginjal, sehingga fungsi ginjal terganggu.

c. Kualitas Mikrobiologi Air Tap

Parameter kualitas mikrobiologi hanya ada 2 yaitu total bakteri koliform dan total bakteri *E. coli*. Cemaran bakteri koliform mengindikasikan cemaran feces hewan termak pada makanan dan minuman. Bakteri *E. coli* dapat menyebabkan gangguan pencernaan dan bahkan terdapat strain patogen dari bakteri *E. coli* yang dapat menyebabkan gangguan pencernaan akut. Oleh karena itu, baku mutu cemaran bakteri koliform dan *E. coli* adalah negatif atau 0 (nol) pada sampel 100 ml. Karena bakteri *E. coli* termasuk anggota dari

bakteri koliform, maka perhitungan jumlah koloni/sel bakteri koliform adalah koloni/sel yang berwarna merah (koliform non-*E. coli*) dan biru (koliform *E. coli*).

Tabel 3. Kualitas mikrobiologi air tap UNS Surakarta (sel/100 ml)

Titik Sampling	Koliform	<i>E. coli</i>
Reservoir	0	0
Masjid Nurul Huda	0	0
Fakultas ISIP	0	0
Resimen Mahasiswa	0	0
Fakultas Teknik	0	0

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua sampel tidak terdeteksi adanya bakteri koliform dan *E. coli*. Hal ini menunjukkan efektivitas sterilisasi air baku menjadi air tap berjalan dengan baik. Efektivitas lampu ultraviolet yang digunakan sebagai sterilisasi pada sumber air tap pada reservoir dan kondisi sterilitas sistem perpipaan terbukti masih berfungsi



dengan baik, sehingga tidak ada perbedaan jumlah bakteri koliform maupun bakteri *E. coli* pada reservoir dan air tap pada titik sampling. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya bahwa desinfeksi dengan sinar UV-C dapat mengurangi bakteri *E. coli* sampai 98,69% dengan lama waktu paparan paling efektif yaitu 30 detik (Yusuf *et al.*, 2018).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa air tap UNS Surakarta telah memenuhi persyaratan air minum berdasarkan Permenkes 492/2010, sehingga layak dikonsumsi sebagai air minum oleh civitas akademika UNS Surakarta

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, N. 2017. Diduga Keracunan Air Minum, Pekerja Perusahaan Kayu di Samarinda Mual dan Muntah. (Online). <https://www.merdeka.com/peristiwa/diduga-keracunan-air-minum-pekerja-perusahaan-kayu-di-samarinda-mual-muntah.html>
- Bintoro, G.M. 2020. Manajemen Logistik di Universitas Sebelas Maret (Studi Kasus pada Pemeliharaan Fasilitas Watertap dan Water Dispenser Sistem Penyediaan Air Minum). *Skripsi*, Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- BPS. 2023. Persentase Rumah Tangga menurut Provinsi, Tipe Daerah dan Sumber Air Minum Layak (Persen), 2020-2022. (Online). <https://www.bps.go.id/indicator/29/854/1/persentase-rumah-tangga-menurut-provinsi-tipe-daerah-dan-sumber-air-minum-layak.html>
- Hamidah, W. dan Cindramawa C. 2020. Analisis Kadar pH, Total Dissolved Solid (TDS) dan Mn pada Air Sumur Gali di Kabupaten Cirebon. *Indonesian Journal of Chemical Research*, 5(1) : 8-15.
- Islam A.R.M.T., Mamun A.A., Rahman M.M., dan Zahid A. 2020. Simultaneous Comparison of Modified-Integrated Water Quality and Entropy Weighted Indices: Implication For Safe Drinking Water In The Coastal Region of Bangladesh. *Ecological Indicators*, 113 : 1-16.
- Johnson T.B. dan Cassidy D.D. 2004. Unintentional Ingestion of Potassium Permanganate. *Pediatr Emerg Care*, 20:185-187.
- Knobeloch L., Salna B., Hogan A., Postle J. dan Anderson H. 2000. Blue babies and nitrate-contaminated well water. *Environ Health Perspect*, 108: 675-678.
- LPM Erythro FK UNS. 2017. ADA APA DENGAN SPAM UNS? (Online). <https://lpmerythro.fk.uns.ac.id/2017/05/09/ada-apa-dengan-spam-uns/>
- Purnomo A. dan Purwana R. 2008. Dampak Cadmium dalam Ikan terhadap Kesehatan Masyarakat. , *KESMAS*, 3: 89-96.
- Rizati, M. A. 2022. Riset: 74,4% Sumber Air Minum Rumah Tangga RI Tercemar Tinja. (Online). <https://dataindonesia.id/ragam/detail/riset-744-sumber-air-minum-rumah-tangga-ri-tercemar-tinja>
- Rokom. 2021. 7 Dari 10 Rumah Tangga Indonesia Konsumsi Air Minum Yang Terkontaminasi, (Online). <https://sehatnegeriku.kemkes.go.id/baca/berita-utama/20210401/3337402/7-dari-10-rumah-tangga-indonesia-konsumsi-air-minum-yang-terkontaminasi/>
- Shamsudduha M., Zahid A., dan Burgess W.G. 2019. Security of Deep



- Groundwater Against Arsenic Contamination in The Bengal Aquifer System: A Numerical Modeling Study in Southeast Bangladesh. *Sustainable Water Resour*,5: 1073–1087.
- United Nations. 2022. The United Nations World Water Development Report Groundwater: Making the invisible visible. UNESCO, Paris
- Wen X., Chen F., Lin Y., Zhu H., Yuan F., Kuang D., Jia Z., dan Yuan Z. 2020. Microbial Indicators and their Use for Monitoring Drinking Water Quality. *Journal of Sustainability*, 12 : 1-14.
- Wulaningtyas E.W., Prakoso F.D., Ariyani M.P., Pradipta M.I., Yuniaristanto dan Sutopo W. 2020. Analisis Tingkat Kerugian Kehilangan Air pada Proses Distribusi SPAM UNS. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 5: 116-117.
- Yuliana, E., Harudu L., dan Kasmia S. 2023. Analisis Kualitas Air dari Pegunungan Lapole untuk Suplai Air Bersih Bagi Penduduk. *Jurnal Penelitian Pendidikan Geografi*, 8: 16-21.
- Yusuf, A.M. 2018. Perbedaan Lama Waktu Paparan Desinfeksi Sinar UV-C terhadap Penurunan Jumlah *Escherichia coli* pada Air Bersih di PT. Trisula Textile Industries. *Jurnal Riset Kesehatan Poltekkes Depkes*, 10: 20-24.